

备案号：J 16021—2021

浙江省工程建设标准

DB

DB33/T 1256—2021

城市道路隧道设计标准

Standard for design of urban road tunnel

2021-09-22 发布

2022-02-01 施行

浙江省住房和城乡建设厅 发布

浙江省住房和城乡建设厅

公 告

2021 年 第 41 号

关于发布浙江省工程建设标准 《城市道路隧道设计标准》的公告

现批准《城市道路隧道设计标准》为浙江省工程建设标准，编号为 DB33/T 1256 - 2021，自 2022 年 2 月 1 日起施行。

本标准由浙江省住房和城乡建设厅负责管理，中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释，并在浙江省住房和城乡建设厅网站公开。

浙江省住房和城乡建设厅
2021 年 9 月 22 日

前　　言

根据浙江省住房和城乡建设厅《关于印发〈2016 年浙江省建筑节能及相关工程建设标准制修订计划〉的通知》（建设发〔2016〕450 号）的要求，规范编制组通过深入调查研究，参考国内外的有关标准，并结合实际工程经验，制定了本标准。

本标准共分 11 章，主要技术内容包括：总则，术语和符号，基本规定，路线，横断面，结构，防排水，路基与路面，交通与附属设施，防灾，景观与装修。

本标准由浙江省住房和城乡建设厅负责管理，由中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司负责技术内容的解释。在执行过程中如有意见和建议，请将意见和有关资料寄送中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司（地址：浙江省杭州市余杭区高教路 201 号；邮编：311100；邮箱：guo_z@hdec.com），以供修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主 编 单 位：中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司

中铁第四勘察设计院集团有限公司

杭州市城乡建设发展研究院

参 编 单 位：杭州市城建设计研究院有限公司

浙江工业大学工程设计集团有限公司

宁波市城建设计研究院有限公司

杭州市地铁集团有限责任公司

绍兴市轨道交通集团有限公司

腾达建设集团股份有限公司

温州设计集团有限公司

义乌市城市规划设计研究院
浙江省隧道工程集团有限公司
浙江德林建设有限公司
浙江蓝宝建设有限公司

主要起草人: 郭忠、臧延伟、沈碧辉、张迪、丰国彤
王紫娟、邹金杰、施云琼、张金荣、卢慈荣
黄隆、何斌杰、马文滢、闫自海、孙九春
张昌桔、赵林强、黄德祥、孔锐、周玉梅
吴立峰、童坚雄、康三月、孔谢杰、罗昊进
吴火军、吴晓群、罗丹、米立甲、彭加强
林志军、徐灵华、童育聰、熊松、郭英
沈翔

主要审查人: 刘兴旺、游劲秋、赵宇宏、王英达、褚金雷
张广健、张剑楚

目 次

1 总 则	(1)
2 术语和符号	(2)
2.1 术语	(2)
2.2 符号	(3)
3 基本规定	(5)
4 路 线	(7)
4.1 一般规定	(7)
4.2 平面及纵断面	(7)
4.3 停车视距	(8)
4.4 出入口	(9)
5 横断面	(12)
5.1 一般规定	(12)
5.2 建筑限界	(12)
5.3 横断面布置	(14)
6 结 构	(16)
6.1 一般规定	(16)
6.2 设计荷载	(17)
6.3 结构设计	(21)
6.4 耐久性	(31)
7 防排水	(36)
7.1 一般规定	(36)
7.2 防排水设计	(37)
8 路基与路面	(44)
9 交通与附属设施	(45)

9.1	一般规定	(45)
9.2	通风	(45)
9.3	给水与排水	(47)
9.4	供电与照明	(48)
9.5	综合监控	(49)
9.6	交通设施	(50)
10	防 灾	(52)
10.1	一般规定	(52)
10.2	建筑防火	(53)
10.3	消防给水及灭火设施	(54)
10.4	防烟及排烟设施	(57)
10.5	火灾自动报警	(59)
10.6	防灾通信	(59)
10.7	消防用电与应急照明	(60)
11	景观与装修	(61)
11.1	景观	(61)
11.2	装修	(61)
	本标准用词说明	(62)
	引用标准名录	(63)
	附：条文说明	(65)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(3)
3	Basic requirements	(5)
4	Route	(7)
4.1	General requirements	(7)
4.2	Plane and vertical section	(7)
4.3	Parking stadia	(8)
4.4	Inward and outward	(9)
5	Cross sectional	(12)
5.1	General requirements	(12)
5.2	Construction clearance	(12)
5.3	Cross sectional arrangement	(14)
6	Structure	(16)
6.1	General requirements	(16)
6.2	Design load	(17)
6.3	Structure design	(21)
6.4	Durability	(31)
7	Waterproof and drainage	(36)
7.1	General requirements	(36)
7.2	Waterproof and drainage design	(37)
8	Subgrade and road surface	(44)
9	Transportation and ancillary facilities	(45)

9.1	General requirements	(45)
9.2	Ventilation	(45)
9.3	Water supply and drainage	(47)
9.4	Power supply and lighting	(48)
9.5	Comprehensive monitoring	(49)
9.6	Traffic facilities	(50)
10	Disaster prevention	(52)
10.1	General requirements	(52)
10.2	Building fire protection	(53)
10.3	Fire water supply and fire extinguishing facilities	(54)
10.4	Smoke control and smoke extraction facilities	(57)
10.5	Automatic fire alarm	(59)
10.6	Disaster communications	(59)
10.7	Fire electricity and emergency lighting	(60)
11	Landscape and decorate	(61)
11.1	Landscape	(61)
11.2	Decorate	(61)
	Explanation of wording in this standards	(62)
	List of quoted standards	(63)
	Addition: Explanation of provisions	(65)

1 总 则

1.0.1 为规范浙江省城市道路隧道设计，提高工程质量，做到安全可靠、技术先进、经济合理、环保节能，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建城市道路隧道设计。

1.0.3 浙江省城市道路隧道设计除应符合本标准外，尚应符合国家和浙江省现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 城市道路隧道 urban road tunnel

城市范围内地表以下供机动车通行或兼非机动车、行人通行的隧道。不含仅供行人或非机动车通行的地下通道以及连接各地块地下车库的车行连通道。

2.1.2 明挖法隧道 cut and cover tunnel

在地面开挖形成的基坑中修筑的隧道。

2.1.3 盾构法隧道 shield tunnel

采用盾构掘进机全断面开挖、推进，同时在盾尾进行预制管片拼装修筑的隧道。

2.1.4 矿山法隧道 mining – method tunnel

采用人工或控制爆破等方式进行暗挖修筑的隧道。

2.1.5 沉管法隧道 immersed tunnel

将水域中若干预制完成的基本结构单元通过浮运、沉放和水下对接形成的隧道。

2.1.6 设计使用年限 design working life

设计规定的结构或结构构件不需进行大修即可按其预定目的使用的时间。

2.1.7 设计速度 design speed

道路平曲线半径、纵坡和视距等几何设计所采用的行车速度。

2.1.8 建筑限界 construction clearance

限定车辆、非机动车及行人通行的空间，即隧道内任何设施设置均不得侵入的轮廓线。

2.1.9 荷载效应 load effect

由荷载引起结构或结构构件的反应，包括内力、变形和裂缝等。

2.1.10 重点排烟 concentrated smoke extraction

在隧道内沿隧道纵向设置排烟道，并间隔一定距离设排烟口。当发生火灾时，远程控制火源附近的排烟口开启，将烟气在火源一定范围内快速有效地排出车行空间的排烟方式。

2.1.11 综合监控系统 integrated supervisory control system

采用计算机、自动控制和网络通信等技术，对各系统进行集成和联动控制，提供统一的监控组态平台，使各项数据资源充分共享，达到设计的服务水平、保证交通运营安全的系统。

2.1.12 耐火极限 refractory limit

在隧道标准耐火试验条件下，隧道承重结构体从受到火的作用时起，到失去承载能力、完整性或隔热性时止所用时间。

2.1.13 视距 sight distance

在车辆正常行驶中，驾驶员从正常驾驶位置能连续看到道路前方行车道范围内路面上一定高度障碍物，或者看到道路前方交通设施、路面标线的最远距离。

2.2 符号

V_c ——临界风速 (m/s)

Q ——火灾规模 (kW)

H ——隧道最大净空高度 (m)

A ——隧道横断面积 (m^2)

Kg ——坡度修正系数

i ——隧道坡度 (%)

C_p ——空气比热 [$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$]

G ——重力加速度 (m/s^2)

T ——火场远区空气温度 (K)

T_f ——烟气平均温度 (K)

ρ ——火场远区空气密度 (kg/m^3)

浙江省建设厅信息公开
浏览专用

3 基本规定

3.0.1 城市道路隧道设计应符合城市总体规划、综合交通规划和地下空间规划的规定，并与城市历史风貌、城市空间环境及其他地下基础设施相协调。

3.0.2 城市道路隧道可结合城市工程管线需求进行综合开发利用。

3.0.3 城市道路隧道可按主线隧道封闭段长度分为四类，并应符合表 3.0.3 的规定。

表 3.0.3 城市道路隧道分类

分类	特长隧道	长隧道	中隧道	短隧道
L (m)	$L > 3000$	$3000 \geq L > 1000$	$1000 \geq L > 500$	$L \leq 500$

注： L 为主线隧道封闭段长度。

3.0.4 城市道路隧道设计速度宜与两端衔接的地面道路设计速度一致，条件困难时，可降低一个等级。城市道路隧道匝道的设计时速宜为主线设计时速的 0.4 倍~0.7 倍。

3.0.5 城市道路隧道主体结构设计使用年限不应小于 100 年。隧道内沥青路面结构设计使用年限不应小于 15 年，水泥混凝土路面结构设计使用年限不应小于 30 年。

3.0.6 城市道路隧道设计除应满足安全、经济、可靠和协调的要求，还应满足节能和环保的要求。

3.0.7 城市快速路隧道和长度不小于 1000m 的非快速路隧道严禁在同孔内设置非机动车道或人行道；当长度小于 1000m 的非快速路隧道需设置非机动车道或人行道时，必须设置隔离护栏。

3.0.8 城市道路隧道出入口和通风口的设施设计应满足国家相

关的环保要求，并应与周边环境景观相协调。

3.0.9 城市道路隧道交通工程和沿线设施的技术标准应根据道路功能、类别、交通量和隧道长度等确定，并应符合交通工程和沿线设施总体设计的要求。

3.0.10 城市道路隧道设计应对现状交通、地形地貌和工程水文地质等工程条件和基础资料进行调查、收集及针对性勘察。

4 路 线

4.1 一般规定

4.1.1 城市道路隧道平面线形布置应根据城市总体规划及路网规划要求，综合两端衔接的地面道路、地形地物、地质条件、隧道通风、管网等设施布置、障碍物及施工方法等确定。

4.1.2 城市道路隧道纵断面线形布置应根据路网规划控制高程、道路净高、地形地物、地质条件、管网等设施布置、道路排水、覆土厚度等要求，综合交通安全、施工工艺、建设期间工程费用与运营期间的经济效益以及节能环保等因素合理确定。

4.1.3 城市道路隧道平面和纵断面设计应根据建设规模、道路等级、使用功能、设计速度、施工工法、结构形式、设备布置及防灾等要求确定。

4.1.4 城市道路隧道线形组合设计应综合考虑实施难度、行车舒适性及视距安全，且应与地面道路衔接顺畅。

4.2 平面及纵断面

4.2.1 城市道路隧道直线、平曲线、缓和曲线、超高和加宽等平面设计应符合现行行业标准《城市道路路线设计规范》CJJ 193的规定。

4.2.2 城市道路隧道纵坡宜平缓，并应符合下列规定：

1 城市道路隧道最小纵坡度不宜小于0.3%；当条件受限纵坡度小于0.3%时，应采取排水措施；

2 城市道路隧道机动车道最大纵坡度应符合表4.2.2的规定，城市道路隧道非机动车道纵坡度应符合现行行业标准《城市道路路线设计规范》CJJ 193的规定；

表 4.2.2 城市道路隧道机动车道最大纵坡度

设计速度 (km/h)	80	60	50	40	30	20
一般值 (%)	3	4	4.5	5	7	8
最大值 (%)	5	5	5	6	8	8

注：除快速路等级外，受地形条件或其他特殊情况限制，经技术经济论证后，最大纵坡度最大值可增加1%。

3 长度小于100m的城市道路隧道纵坡度可与两端衔接的地面道路相同；

4 积雪或冰冻地区的快速路城市道路隧道洞口敞开段最大纵坡度不应大于3.5%，其他等级城市道路隧道洞口敞开段最大纵坡度不应大于6%，否则应在洞口敞开段采取防积雪与结冰保障行车安全的相应措施。

4.2.3 城市道路隧道坡长设置应符合现行行业标准《城市道路路线设计规范》CJJ 193的规定。

4.2.4 城市道路隧道洞口宜在接地带处设置反坡形成排水驼峰，排水驼峰高度应根据排水重现期、地形和道路功能等级等因素综合确定；当设置驼峰困难时，宜采取截水沟等排水措施。

4.2.5 城市道路隧道洞口内外各3s设计速度行程长度范围内的平纵线形应一致。条件困难时，应采取安全措施。

4.3 停车视距

4.3.1 城市道路隧道停车视距应符合现行行业标准《城市道路路线设计规范》CJJ 193的规定。

4.3.2 进出城市道路隧道洞口处的停车视距宜为主线路段的1.5倍。当条件受限时，应对洞口光过渡段进行处理。

4.3.3 城市道路隧道设置平曲线及凹型竖曲线路段，应进行停车视距验算。

4.4 出入口

4.4.1 城市道路隧道的出入口位置、间距及形式应满足主线车流稳定、分合流处行车安全的要求，还应根据围岩等级及稳定性、地质条件等综合确定。

4.4.2 城市道路隧道出入口的分合流端宜设置在平缓路段，不应设置在平纵组合不良路段，分合流端附近主线的平曲线和竖曲线应采用较大半径。

4.4.3 城市道路隧道主线分流鼻前的识别视距不宜小于2倍的主线停车视距，条件受限时不应小于1.5倍的主线停车视距。

4.4.4 城市道路隧道主线汇流鼻前的识别视距不应小于1.5倍的主线停车视距。

4.4.5 匝道接入主线入口处从汇流鼻端开始应设置与主线直行车间道的隔离段，隔离段长度（图4.4.5）不应小于主线的停车视距，隔离设施不应遮挡视线。



图4.4.5 城市道路隧道车道隔离段长度

4.4.6 城市道路隧道不应在驾驶人进入隧道后的视觉变化适应范围内设置合流点，城市道路隧道进洞口与汇流鼻端距离（图4.4.6）不应小于表4.4.6的规定。

表 4.4.6 城市道路隧道进洞口与汇流鼻端最小距离

设计速度 (km/h)	最小距离 (m)
80	165
60	85
50	60
≤40	50

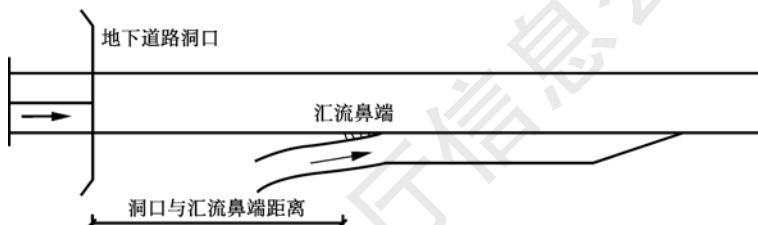


图 4.4.6 城市道路隧道进洞口与汇流鼻端距离

4.4.7 城市道路隧道出洞口与邻接地面道路出口匝道减速车道渐变段起点的距离（图 4.4.7）应满足设置出口预告标志的需要。当条件受限时，不应小于 1.5 倍主线停车视距，并应在隧道内提前设置预告标志。

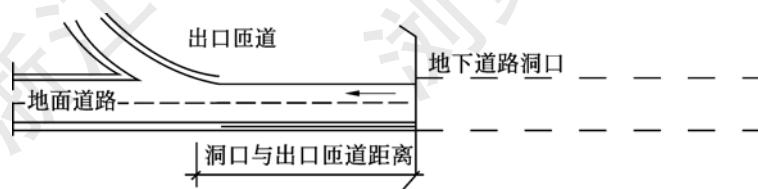


图 4.4.7 城市道路隧道出洞口与邻接地面道路出口匝道距离

4.4.8 城市道路隧道单车道的加减速车道长度不应小于表 4.4.8 的规定。

表 4.4.8 城市道路隧道单车道的加减速车道长度

主线设计速度 (km/h)	80	60	50	40
减速车道长度 (m)	80	70	50	30
加速车道长度 (m)	220	140	100	70

4.4.9 双车道的变速车道长度宜为单车道变速车道规定长度的 1.2 倍 ~ 1.5 倍。

4.4.10 下坡路段减速车道和上坡路段加速车道的长度应按现行行业标准《城市道路交叉口设计规程》CJJ 152 规定的修正系数进行修正。

4.4.11 平行式变速车道渐变段长度应符合现行行业标准《城市道路交叉口设计规程》CJJ 152 的规定。

4.4.12 城市道路隧道出口接地点处与下游地面道路平面交叉口距离应符合下列规定：

1 与无信号控制平面交叉口的停车线距离不宜小于 2 倍停车视距。当视线条件好、具有明显标志时，不应小于 1.5 倍停车视距；

2 与信号灯控交叉口的停车线距离不宜小于 1.5 倍停车视距，当条件受限时不得小于 1 倍停车距离。

4.4.13 当城市道路隧道出口匝道靠近平面交叉口时，出口匝道至地面交叉口距离除应满足视距要求外，其接地点至下游平面交叉口停车线间的距离应大于红灯期间车辆排队长度与匝道车流与地面道路车流转换车道所需的交织长度之和，且宜大于 140m；当不足 140m 且使匝道车流与地面道路车流交织困难时，可在交叉口进口道分别设置地面进口道展宽和匝道延伸部分展宽。

4.4.14 当城市道路隧道入口匝道靠近平面交叉口时，入口匝道接地点至交叉口缘石切点处的距离宜为 50m ~ 100m。

5 横断面

5.1 一般规定

5.1.1 城市道路隧道的建筑限界内严禁有任何物体侵入。

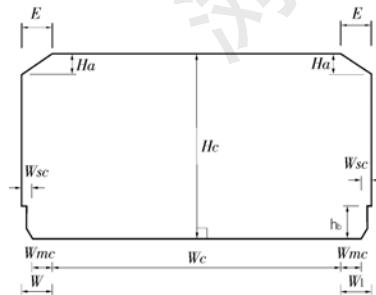
5.1.2 城市道路隧道横断面设计应在满足建筑限界的条件下，为机电、交通及防灾设施提供安装空间，并应预留结构变形和施工误差等余量。

5.1.3 城市道路隧道横断面宜与接线地面道路一致，当条件受限无法一致时，洞口内外各3S行程，且不小于50m范围内应保持断面一致。

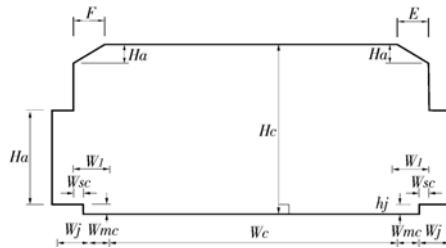
5.1.4 城市道路隧道横断面对向行车宜采用分孔布置，同向行车宜采用同孔布置。

5.2 建筑限界

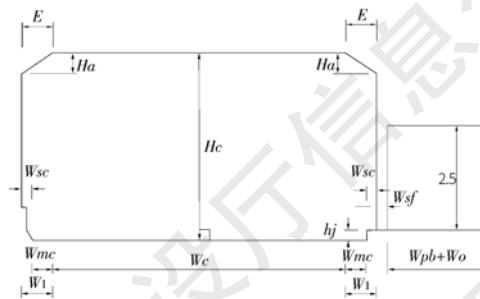
5.2.1 城市道路隧道（图5.2.1）建筑限界应为道路净高线和两侧侧向净宽线组成的空间界线。建筑限界顶角宽度E不应大于车道的侧向净宽度 W_1 。



(a) 不含检修道和慢行道的城市道路隧道建筑限界



(b) 含检修道的城市道路隧道建筑限界



(c) 含慢行道的城市道路隧道建筑限界

图 5.2.1 城市道路隧道建筑限界

注：当隧道路面采用单向坡时，建筑限界底边线应与路面重合；当采用双向坡时，建筑限界底边线应水平置于路面最高处。

5.2.2 城市道路隧道建筑限界最小净高和顶角高度应符合表 5.2.2 的规定。

表 5.2.2 城市道路隧道建筑限界最小净高和顶角高度

车道类型	最小净高 H_c (m)		顶角高度 H_a (m)
大型车或混行车道	4.5		0.5
小客车专用车道	一般值	3.5	0.2
	最小值	3.2	

注：小客车专用车道最小净高应采用一般值，当条件受限时经技术论证合理可采用最小值。

5.2.3 一条机动车道宽度应符合表 5.2.3 的规定。

表 5.2.3 一条机动车道最小宽度

车道类型	设计速度 (km/h)	
	>60	≤60
大型车或混行车道	3.75	3.5
小客车 专用车道	一般值 (m)	3.5
	最小值 (m)	3.25

注：小客车专用车道最小宽度应采用一般值，当条件受限时经技术论证合理可采用最小值。

5.2.4 建筑限界其他组成尺寸最小值应符合表 5.2.4 的规定。

表 5.2.4 建筑限界其他组成尺寸最小值

建筑限 界其他 组成	路缘带宽度 W_{nc} (m)		安全带宽 度 W_{sc} (m)	检修道 宽度 W_j (m)	安全设施 宽度 W_{sf} (m)	缘石外露 高度 h_j (m)	防撞侧石 高度 h_b (m)
	设计速度 $\geq 60\text{km/h}$	设计速度 $< 60\text{km/h}$					
	0.50	0.25	0.25	0.75	0.25~0.5	0.25~0.4	0.6~0.81

注：当隧道两侧设置检修道时，可不设安全带宽度。

5.3 横断面布置

5.3.1 单向单车道隧道应设置连续式紧急停车带；长或特长单向 2 车道快速路隧道应在行车方向的右侧设置连续式紧急停车带，主、次干路隧道宜在行车方向的右侧设置连续式紧急停车带。连续式紧急停车带最小宽度应符合表 5.3.1 的规定。

表 5.3.1 连续式紧急停车带最小宽度

车道类型	一般值 (m)	最小值 (m)
大型车或混行车道	3.0	2.0
小客车专用车道	2.5	1.5

注：单向单车道隧道连续式紧急停车带宽度应采用一般值。

5.3.2 当长或特长单向 2 车道隧道设置连续式紧急停车带困难时，应设置应急停车港湾（图 5.3.2），并应符合下列规定：

- 1** 位置不宜设置在曲线内侧等行车视距受影响路段；
- 2** 间距不宜大于 500m；
- 3** 有效宽度不应小于 3.0m；
- 4** 有效长度不应小于 30m，过渡段长度不应小于 5.0m。

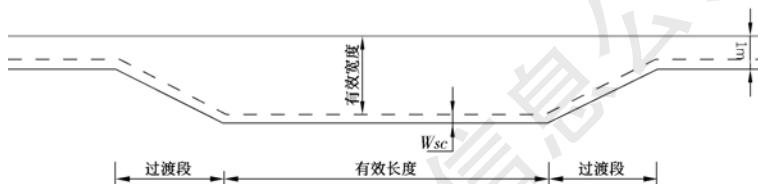


图 5.3.2 应急停车港湾

6 结 构

6.1 一般规定

6.1.1 城市道路隧道结构应根据施工方法、结构或构件类型、使用条件及荷载特性等选用合适的设计计算方法，宜符合下列规定：

- 1** 明挖法、盾构法和沉管法隧道结构应按概率极限状态法设计；当进行稳定性检算时，应采用综合安全系数法；
- 2** 矿山法隧道衬砌结构应按破损阶段法进行设计。

6.1.2 城市道路隧道应根据工程水文地质条件和周边环境等，合理确定结构形式和施工方法。

6.1.3 城市道路隧道结构计算和验算应符合下列规定：

- 1** 分别按施工阶段和使用阶段进行强度、刚度和稳定性计算，并进行裂缝宽度的验算；
- 2** 根据施工和使用过程中在结构上可能出现的荷载，按承载力极限状态和正常使用极限状态分别进行荷载组合，并应取各自的最不利荷载效应组合进行设计验算。

6.1.4 城市道路隧道结构构件设计应符合下列规定：

1 隧道主体结构使用期间不可更换的结构构件，应根据使用环境类别，按设计使用年限为 100 年的要求进行耐久性设计；使用期间可更换不影响运营的非主体结构构件，可按设计使用年限 50 年的要求进行耐久性设计；

2 当按概率极限状态法进行正常使用状态验算时，按荷载标准准永久组合并计及长期作用下结构构件的最大裂缝宽度限值应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的规定以及本标准耐久性的要求；当计入地震荷载或其他偶然荷

载时，可不验算结构的裂缝宽度；

3 当基坑围护结构按临时构件进行设计时，可仅按荷载效应的基本组合进行承载能力计算，结构构件的重要性系数根据结构安全等级确定，并可不考虑耐久性设计要求。当基坑围护结构作为永久构件时，应符合相关设计要求。

6.1.5 城市道路隧道结构设计应按施工和使用阶段分别进行最不利情况进行抗浮稳定性验算。抗浮安全系数可按表 6.1.5 的规定取值。

表 6.1.5 抗浮安全系数取值

序号	隧道类型	抗浮安全系数 γ_s	
		施工阶段	使用阶段
1	明挖法隧道	1 进行降、排水时，不考虑抗浮； 2 未考虑降、排水措施，考虑侧墙土体摩阻力时取 1.05	1 不考虑侧墙土体摩阻力时取 1.05； 2 考虑侧墙土体摩阻力时取 1.10
2	盾构法隧道	1.10	1.20
3	沉管法隧道	1 沉放、对接阶段 1.01 ~ 1.02； 2 对接完成后 1.05； 3 压舱砼施工完成后 1.10	回填覆盖完成后 1.15

6.1.6 当在隧道结构荷载、结构形式和工程地质等条件发生显著改变的部位设置变形缝时，应采取工程技术措施，控制变形缝两侧不产生影响使用的差异沉降。

6.2 设计荷载

6.2.1 城市道路隧道结构上作用的荷载分类应符合表 6.2.1 的规定。

表 6.2.1 城市道路隧道结构上作用的荷载分类

荷载分类	荷载名称
永久荷载	结构自重
	地层压力
	隧道上部和破坏棱体范围的设施及建筑物压力
	静水压力及浮力
	混凝土收缩和徐变影响
	预加应力
	固定设备重量
	地基下沉影响
	地层抗力
可变荷载	地面车辆荷载及其动力作用
	地面车辆荷载引起的侧向压力
	隧道内部汽车荷载及其动力作用
	水压力变化
其他可变荷载	人群荷载
	温度变化影响
	施工荷载
	水流力
偶然荷载	地震荷载
	人防荷载
	沉船、爆炸、锚击等荷载

- 注：1 设计中要求考虑的其他荷载，可根据其性质分别列入上述三类荷载中；
 2 静水压力应按设计常水位计算；
 3 水压力变化应考虑设计常水位与设计最高水位差、设计常水位与设计最低水位差两种工况；
 4 施工荷载包括设备运输及吊装荷载，施工机具、施工堆载，相邻隧道施工的影响，盾构机施工时千斤顶顶力及压浆荷载，沉管拖运、沉放和水力压接等荷载；
 5 表中所列荷载本节未加说明者，可按现行有关规范或根据实际情况确定。

6.2.2 荷载应根据城市道路隧道所处的地形、地质条件、埋置深度、结构特征和工作条件、施工方法、相邻隧道间距等因素，结合已有的试验、测试和研究资料，按有关公式计算或按工程类比确定。当在施工中发现其与实际不符时，应及时修正。

6.2.3 永久荷载标准值计算应符合下列规定：

1 隧道结构自重可按结构设计尺寸及材料重度标准值计算；当计算使用阶段抗浮力时，结构自重还应包括隧道内部的行车道板、分隔墙板和充填等自重荷载；

2 竖向压力计算应符合下列规定：

- 1) 明挖法、沉管法隧道结构宜按计算截面以上全部土柱重量计算；
- 2) 盾构法隧道应根据结构所处工程地质和水文地质条件确定，宜按计算截面以上全部地层重量考虑，当地质为砂性土或标贯击数大于等于 8 的黏性土，且埋置深度大于 2 倍隧道外径时可考虑土体卸载拱作用的影响；
- 3) 竖向荷载应结合地面及邻近的其他荷载对竖向压力的影响进行计算。

3 水平压力计算应符合下列规定：

- 1) 明挖法的基坑支护结构及其主体结构，施工阶段作用在主动区的土压力宜按主动土压力计算，在支护结构的非脱离区或给支护结构施加预应力时应计人土体抗力的作用；明挖法结构长期使用阶段结构承受的水平土压力宜按静止土压力计算；
- 2) 盾构法和沉管法隧道的水平土压力宜按静止土压力计算；
- 3) 荷载计算中应计及地面荷载、破坏棱体范围的建筑物和施工机械等引起的附加水平侧压力。

4 矿山法隧道浅埋情况下的土层隧道宜按全部地层重量计

算，深埋情况下的土层隧道应考虑卸载拱作用的影响进行计算，其他情况下宜根据所处工程地质、水文地质和埋深，按现行行业标准《公路隧道设计规范 第一册 土建工程》JTG 3370.1 和《铁路隧道设计规范》TB 10003 的规定确定。

6.2.4 可变荷载标准值确定应符合下列规定：

1 汽车荷载及其动力作用应按照现行行业标准《城市桥梁设计规范》CJJ 11 和《公路桥涵设计通用规范》JTG D60 的规定计算；

2 变形受约束的结构，应考虑温度变化对结构的影响；

3 地下结构设计应考虑下列施工荷载之一或可能发生的组合：

1) 设备运输及吊装荷载；

2) 施工机械荷载；

3) 地面超载按 20kPa 考虑，临时车道盖板荷载应根据相应的地面道路等级或施工车辆荷载考虑；盾构工作井周边地面超载应根据盾构重量、分块吊装方式和起重机布置等因素确定，且不得小于 30kPa；

4) 盾构法隧道应考虑千斤顶推力和壁后注浆压力等荷载；

5) 沉管法隧道应考虑管节系泊、浮运、沉放和水力压接等荷载。

4 作用于管节上水流力标准值应按现行行业标准《港口工程荷载规范》JTS 144 – 1 的规定计算。

6.2.5 偶然荷载计算应符合下列规定：

1 地震荷载计算应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定；

2 人防荷载计算应符合现行国家标准《人民防空工程设计规范》GB 50225 的规定；

3 沉船、爆炸和锚击等灾害性荷载应根据工程建设条件分

析后确定。

6.3 结构设计

6.3.1 城市道路隧道结构设计应控制基坑开挖和隧道施工引起的地面沉降量，并应对由于土体位移可能引起的周围建（构）筑物和地下管线产生的危害进行预测，依据不同建（构）筑物的规定或通过计算确定其允许的内力和变形，提出技术措施。地面变形允许值应根据现状评估结果，对照类似工程的实际经验确定。

6.3.2 城市道路隧道结构的计算模型应根据地层特性、施工阶段、结构构造特点及施工工艺等确定，宜反映实际工作条件以及土体与结构的相互作用；当结构建造及运营过程中受力体系和荷载形式等有较大变化时，宜根据构件的施作顺序及受力条件，按结构的实际受力过程及结构体系变化的连续性进行结构分析。

6.3.3 城市道路隧道结构应进行横断面方向的受力计算，当遇下列情况时，尚应进行纵向强度和变形计算：

- 1 覆土、荷载、结构刚度沿其纵向有较大变化时；
- 2 结构直接承受建（构）筑物等较大局部荷载时；
- 3 地基或基础有显著差异，沿纵向产生不均匀沉降时；
- 4 地震作用下的小曲线半径的隧道、刚度突变的隧道和液化对稳定有影响的隧道。

6.3.4 基坑工程设计应符合下列规定：

- 1 应根据工程特点和工程环境保护要求等确定基坑的安全等级、地面允许最大沉降量、围护墙的水平位移等控制要求；
- 2 应根据地质及水文地质条件、基坑深度、沉降和变形控制要求通过技术经济比较选择支护形式、地下水处理方法和基坑保护措施等；
- 3 应进行抗滑移和倾覆的整体稳定性、基坑底部土体抗隆起和抗渗流稳定性及抗坑底以下承压水稳定性验算，各类稳定性

安全系数的取值应根据环境保护要求按地区经验确定；

4 板式支护结构的设计应符合下列规定：

- 1) 应根据设定的开挖工况和施工顺序按竖向弹性地基梁模型分阶段计算其内力及变形。当计入支撑作用时，应考虑每层支撑设置时墙体已有的位移和支撑的弹性变形；**
- 2) 应结合围护墙的平面形状、支撑方式、受力条件及基坑变形控制要求等因素确定计算土压力；**
- 3) 在软土地层中，水平基床系数的取值宜考虑挖土方式、时限、支撑架设顺序及时间的影响；**
- 4) 内支撑可选择钢支撑、混凝土支撑或预应力锚杆（索），支撑系统应采用稳定的结构体系和连接构造，其刚度应满足变形和稳定性要求。支撑选择应进行技术、经济方案论证；**
- 5) 当支撑系统采用锚杆（索）时，应考虑隧道主体结构与附属结构的相互影响，当进入建设用地或邻近管线时，还应考虑与外部设施的影响；**
- 6) 支撑或锚杆（索）对桩墙施加的预应力值宜根据支撑类型及所在部位、温度变化对支撑的影响程度等因素确定。**

6.3.5 明挖法隧道结构设计应符合下列规定：

1 明挖法隧道结构型式应符合下列规定：

- 1) 敞开段宜采用整体式 U 型槽钢筋混凝土结构；**
- 2) 暗埋段宜采用整体式矩形钢筋混凝土结构；**
- 3) 工作井宜采用整体式空间箱形钢筋混凝土结构。**

2 明挖法隧道结构应根据工程地质、水文地质、埋深、施工方法等条件，进行结构内力与变形、抗浮以及地基稳定性验算；

3 明挖法隧道结构宜按底板支承在弹性地基上的结构计算，

采用沿纵向单位长度、按底板支承在弹性地基上的平面应变模型进行分析，并按照围护与内部结构之间的构造型式和结合情况，选用与其受力特征相符的计算模型。对于设置抗拔桩的隧道结构，可将抗拔桩的作用效果用等效的支承弹簧来代替，弹簧刚度即为桩的轴向刚度；

4 采用地下连续墙作围护结构时，地下连续墙可与内衬墙组成叠合墙或复合墙结构，成为永久结构的一部分；

5 明挖法隧道结构构造应符合下列规定：

- 1)** 伸缩缝的间距可根据地质条件、所处环境，按类似工程的经验确定；对于敞开段，间距不宜大于35m，对于暗埋段，间距不宜大于55m；
- 2)** 暗埋段与工作井、敞开段的接口处应设置变形缝；
- 3)** 应采取可靠措施，变形缝两边的结构不应产生影响行车安全和正常使用的差异沉降；
- 4)** 施工缝位置及间距应结合结构形式、受力要求、施工方法、气象条件及变形缝的间距等因素，按类似工程的经验确定；
- 5)** 钢筋的混凝土保护层厚度应根据结构类别、环境条件和耐久性要求等确定，框架以及墙板、梁柱结构应根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定采取抗震构造措施。

6.3.6 盾构法隧道结构设计应符合下列规定：

1 盾构法隧道结构型式应符合下列规定：

- 1)** 装配式衬砌宜采用接头具有一定刚度的柔性结构，应限制荷载作用下变形和接头张开量，并应满足其受力和防水要求；
- 2)** 衬砌结构可采用单层衬砌、双层衬砌或局部设内衬的型式，在满足工程使用、结构受力、防水和耐久性等要求的前提下，宜选用单层装配式钢筋混凝土

衬砌；

- 3) 在横通道等特殊区段，可采用钢管片、铸铁管片或钢与钢筋混凝土的复合管片。

2 隧道结构的计算模型应根据地层特性、结构构造特点及施工工艺等确定，宜考虑衬砌与地层共同作用及装配式衬砌接头的影响。根据隧道结构和地层特点，可采用自由圆环法（惯用法）、修正惯用法和梁-弹簧模型法等进行计算；

3 隧道衬砌结构应按荷载效应准永久组合进行变形计算，并应考虑长期作用的影响，其直径变形和接缝变形值应符合表 6.3.6 的规定；

表 6.3.6 衬砌环直径变形和接缝变形限值

类别	限值
直径变形	$3\%eD$
纵缝最大张开量	2mm

注： D 为隧道外径。

4 盾构法隧道构造应符合下列规定：

- 1) 管片块与块、衬砌环与环间宜采用螺栓连接；管片间的连接件机械性能等级应满足构造和结构受力要求，表面应进行防腐蚀处理；
- 2) 楔形环可选用双面楔或单面楔，环面斜率不宜大于 1:300；
- 3) 当隧道上覆土厚度沿纵向有较大变化、直接承受建（构）筑物等较大局部荷载或下卧层土物理力学性质有显著差异时，隧道衬砌环间宜采取抗剪措施；
- 4) 衬砌环封顶块拼装宜采用全纵向插入、半纵向插入方式，封顶块接头角、插入角度和插入长度应根据截面内力传递、拼装方式管片盾构设备及管片生产条件等因素综合确定，并应考虑拼装设备、千斤顶

顶进行程、实践经验等因素；插入角斜率不宜大于 $1/6$ ，在满足施工要求的前提下宜采用较小的接头角和插入角；

- 5) 管片应根据连接方式、起吊方式、拼装方式、注浆要求及结构受力等因素合理确定螺栓手孔、定位孔、起吊孔、注浆孔的位置与尺寸；
- 6) 管片接缝构造应满足受力、拼装定位、防水的要求，接缝尺寸和角度应有利于减少局部应力集中及管片制造、运输、拼装过程中的碰撞破损；
- 7) 钢筋混凝土管片主筋宜采用肋梁式主筋配筋形式，各主筋肋梁间应设置构造筋连接；管片手孔、螺栓孔、预留孔洞、预埋件等部位，应根据局部应力的大小设置加强钢筋；
- 8) 在隧道与工作井刚性连接外侧、横向连接通道位置前后、上部荷载变化较大以及下卧地层突变处宜设置变形缝；
- 9) 施工阶段隧道进出洞段 10 环内，衬砌环间宜采用拉紧措施。

6.3.7 矿山法隧道结构设计应符合下列规定：

1 宜采用复合式衬砌结构，衬砌由初期支护、二次衬砌及中间夹防水层组成；

2 隧道衬砌设计应综合地质条件、断面形状和施工条件等，并应充分利用围岩的自承能力；衬砌应有足够的强度、稳定性和耐久性；

3 复合式衬砌的初期支护宜采用喷射混凝土、锚杆、钢筋网和钢架等支护单独或组合使用；其设计应按主要承载结构设计，承担施工期间的全部荷载，支护参数可采用工程类比法或理论计算确定，并应结合现场监控量测调整。采用工程类比法时，可按现行行业标准《公路隧道设计规范 第一册 土建工程》

JTG 3370.1 的规定执行。在施工过程中应根据超前地质预报及现场围岩监控量测信息对设计支护参数进行必要的调整；

4 二次衬砌应考虑其施工时间、施工后荷载的变化情况、工程地质和水文地质条件、埋深和耐久性要求等因素，设计应符合下列规定：

- 1)** 土质地层等软弱围岩中的浅埋隧道结构，初期支护应具有较大的刚度和强度，宜尽早封闭初期支护、施作二次衬砌，由初期支护和二次衬砌共同承受外部荷载；
- 2)** 应计及在长期使用过程中，外部荷载因初期支护材料性能退化和刚度下降向二次衬砌转移，转移量值应结合隧道所处地质条件等综合确定；
- 3)** 作用在不排水型结构上的水压力由二次衬砌承担。当山岭隧道理深大于 50m 时，结构设计计算时可考虑水压力折减，折减系数按类似工程经验综合取值；
- 4)** 二次衬砌宜采用模筑混凝土或模筑钢筋混凝土衬砌结构。

5 隧道开挖轮廓设计应考虑围岩及初期支护的变形，预留适当的变形量。预留变形量大小应根据围岩级别、断面大小、埋置深度、施工方法和支护情况等，通过计算分析确定或采用工程类比确定；

6 在二衬施工时应预埋注浆管，填充初期支护与二衬间空隙。隧道设计应计入注浆引起的附加荷载；

7 隧道结构应以喷射混凝土、钢拱架或锚杆为主要支护手段，根据围岩和环境条件、结构埋深和断面尺寸等，选择适宜的开挖方法、辅助措施、支护形式及与之相关的物理力学参数。

6.3.8 沉管法隧道结构设计应符合下列规定：

1 应计及在预制、系泊、浮运、沉放、对接、基础处理等不同施工阶段和运营状态下可能出现的最不利荷载组合，并应考

虑地基的不均匀性和基础处理的质量，分别对横断面和纵向的受力进行分析。纵向分析时应考虑接头刚度的影响；

2 水压力应分别按正常情况下的高水位和低水位两种工况计算，并应采用历史最高水位进行受力检算，在泥砂量较高的河道中应计入水重度的增加；

3 管节总沉降量应根据地基沉降量和垫层沉降量综合确定。管节沉降量计算应考虑地基先卸载再回填的效应、基槽回淤对沉降的影响；

4 管节接头宜采用 GINA 橡胶止水带为主的柔性接头，节段接头宜采用中埋式可注浆止水带为主的柔性接头，最终接头宜采用后浇钢筋混凝土的刚性接头，其位置可在水中或岸上；

5 沉管法隧道的基槽开挖和回填应符合下列规定：

- 1)** 基槽断面形式及基槽开挖方式应根据隧址工程地质、水文条件、生态环境、管节断面和埋深等因素综合确定；
- 2)** 管节基槽横断面底部宽度应在管节外包宽度两侧各外放 2.0m ~ 3.0m 余量，基槽的边坡宜通过稳定性计算或成槽试验确定；
- 3)** 基槽施工时应根据不同的开挖设备选择合理的超挖值；
- 4)** 管段沉放后基槽应及时回填覆盖，管节两侧回填宜选用粗颗粒、不液化和透水性好的材料，管节顶部应设抛石防锚层；
- 5)** 管段沉放对接完成后应根据基础形式及时进行锁定回填。

6 应进行基础处理，并应根据管段结构型式、地质、水文、通航、施工工艺等条件综合确定；一般管节基础处理方式可采用先铺法和后铺法。后铺法宜通过专项试验确定工艺参数；当基底处于淤泥质土层、液化地层；当基槽回淤速率大于 1.0cm/d 或

覆盖层厚度大于5m时，可考虑采用基础换填或桩基础；

7 管节结构尺寸除应满足各阶段结构受力和变形要求外，还应满足管节施工期浮运及运营期抗浮安全要求，接头设计应满足受力、防水和耐久性要求。

6.3.9 隧道结构抗震设计应符合下列规定：

1 抗震设防烈度6度及以上地区的隧道结构设计时，应根据设防要求、场地条件、结构类型和埋深等因素选用能反映地震工作性状的结构计算分析方法。除应进行抗震设防等级下的结构抗震分析外，隧道主体结构尚应进行罕遇地震工况下的结构抗震验算。隧道结构施工阶段，可不计地震作用的影响；

2 抗震设防类别应为重点设防类（乙类），应根据隧道结构特性、使用条件和重要性程度确定结构的抗震等级。在隧道结构上部有整建的地面结构时，地下结构的抗震等级不应低于地面结构的抗震等级；

3 抗震设防目标应符合下列规定：

- 1)** 当遭受设防地震作用时，隧道结构不破坏或轻微破坏，能够保持其正常使用功能，结构处于弹性工作阶段；
- 2)** 当遭受罕遇地震作用时，隧道结构可能破坏，但经修补应能恢复其正常使用功能，结构局部进入弹塑性工作阶段。

4 宜进行场地地震安全性评价。场地地震安全性评价报告应根据设计要求提供各土层对应的剪切波速、动力非线性关系曲线、场地反应谱、不同超越概率水准下的地震波时程曲线等动力参数；

5 场地类别 地基基础的抗震验算、液化土的判别与处理应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011的规定；

6 可仅计算沿结构横向的水平地震作用，地基、地质条件明显变化的区段，尚应考虑竖向地震作用的影响。隧道纵向断面

不规则以及沿隧道纵向覆土厚度有较大变化或地基有明显差异的隧道结构，应分别计算沿结构横向和纵向的水平地震作用。地震反应计算方法宜根据结构特点采用反应位移法、反应加速度法或时程分析法；

7 当进行结构抗震性能验算时，在设防地震作用下应进行结构构件截面承载力和变形验算；罕遇地震作用下，应验算隧道结构整体变形性能；

8 隧道结构应按高于本地区抗震设防烈度一度的要求加强其抗震措施。隧道结构的抗震构造措施应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定。

6.3.10 当遇到下列特殊环境工程时，结构设计应符合下列规定：

1 当隧道通过膨胀性围岩地段时，结构设计应符合下列规定：

- 1)** 支护结构应按“先柔后刚、先让后顶、分层支护”进行设计；
- 2)** 在膨胀变形相对较大的地段，可采用双层初期支护，也可在初期支护内采用可缩式钢架，锚杆宜加长、加密，长短结合；
- 3)** 隧道开挖预留变形量应比普通围岩地段预留变形量大，并应根据围岩膨胀变形量确定；
- 4)** 二次衬砌宜采用钢筋混凝土结构，初期支护、二次衬砌均应设仰拱。仰拱应及时施作，支护衬砌尽早形成闭合结构；
- 5)** 应做好隧底的防水排水工作，防止水浸泡基底。

2 当隧道通过岩溶地段时，结构设计应符合下列规定：

- 1)** 根据岩溶与隧道的位置关系，可采用跨越、加固溶洞、回填溶洞、引排截流岩溶水、清除或加固充填

- 物、封堵地表陷坑、疏排地表水等综合治理措施；
- 2) 隧道穿越规模较大的空溶洞或暗河通道时，可采用跨越方式通过；
 - 3) 当隧道拱顶以上有较大空溶洞时，可根据溶洞洞壁稳定程度采用喷锚对溶洞进行加固；隧道衬砌外应进行回填或设护拱。当隧道两侧有空溶洞或淤泥土充填的溶洞时，两侧应采用混凝土或浆砌片石回填；
 - 4) 位于隧道底部有充填的溶洞，应根据溶洞充填物的特征及溶洞与隧道的位置关系，采取桩基、注浆、换填、跨越等措施进行处理；
 - 5) 应根据实际情况对岩溶水采取截、引、排等处理措施，并应保护、疏通、恢复岩溶原有排水通道。
- 3 当隧道通过采空区地段时，结构设计应符合下列规定：
- 1) 应根据采空区所处的围岩条件、采空区的类型、规模、稳定性及其与隧道的相互关系，分析相互影响，选择适宜的隧道支护结构和工程措施；
 - 2) 隧道穿越采空区，可采取跨越、围岩加固、采空区支护结构加固、采空区封闭回填、疏排积水等措施；
 - 3) 采空区影响范围内的隧道衬砌结构宜加强，对存在有害气体的采空区，隧道衬砌应有封闭气体的能力；
 - 4) 对隧道压覆或穿越的未开采区，应提出禁采范围。
- 4 当隧道通过可液化地层时，结构设计应符合下列规定：
- 1) 加强可液化土的判别，根据不同情况分析液化土层对结构受力和稳定产生的影响，并应采取相应的措施；
 - 2) 抗液化措施设计应根据地震烈度、液化程度以及周边条件等因素，进行多方案比选，采取一种或多种措施以消除或减轻液化影响。

6.4 耐久性

6.4.1 隧道结构混凝土耐久性设计应符合下列规定：

1 根据结构设计使用年限、所处的环境类别、环境作用等级，采用基于耐久性所要求的混凝土原材料、混凝土配合比、混凝土耐久性参数的指标；

- 2 采用有利于减轻环境作用影响的结构形式、布置和构造；
3 提出对混凝土施工过程的质量控制要求。

6.4.2 隧道结构混凝土耐久性设计应根据工程勘察和环境调查等内容、现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的规定确定环境类别、环境作用等级及相关设计内容。

6.4.3 设计使用年限 100 年的隧道主体结构，一般环境作用下不同结构构件混凝土主要的耐久性设计参数应符合表 6.4.3 的规定。

表 6.4.3 一般环境下混凝土耐久性设计参数

结构名称		盾构法 隧道管片	沉管法 隧道管节	明挖法 主体结构	矿山法 内衬结构
混凝土最低强度等级		C50	C35	C35	C35
最大水胶比		0.35	0.45	0.45	0.45
最小胶凝材料用量 (kg/m ³)		380	350	350	350
最大胶凝材料用量 (kg/m ³)		500	420	420	420
渗透 性能	电通量 (C)	≤1000	≤2000	≤2000	≤2000
	氯离子扩散系数 (10 ⁻¹² m ² /s)	≤3	≤4	≤4	≤4

- 注：1 胶凝材料由水泥和粒化高炉矿渣微粉、粉煤灰、硅灰等掺和材料组成；
2 电通量测试方法、氯离子扩散系数测试方法应按现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的规定执行，为混凝土 56d 龄期的测试值；
3 用矿山法施工的人行横通道，内衬结构混凝土设计参数同矿山法内衬结构。

6.4.4 钢筋保护层厚度应根据结构类型、环境条件等确定，一般环境作用下、设计使用年限 100 年的隧道主体结构构件，钢筋保护层厚度应符合表 6.4.4 的规定。

表 6.4.4 钢筋保护层厚度 (mm)

结构类别			保护层厚度	
明挖法 现浇 结构	顶、底板		迎土/水面 45	
			背土/水面 35	
	侧墙	叠合墙	迎土/水面 30	
			背土/水面 35	
		复合墙	迎土/水面 40	
			背土/水面 35	
	中板		上、下侧 30	
	顶、底梁		迎土/水面 40	
			背土/水面 35	
	中板梁		上、下侧 30	
柱			35	
盾构法结构	钢筋混凝土管片		迎土/水面 35	
			背土/水面 35	
沉管法结构	顶、底板、侧墙		迎土/水面 40	
			背土/水面 35	
	中隔墙		左、右侧 30	
矿山法结构	初期支护		迎土/水面 35	
			背土/水面 35	
	二次衬砌		厚度≤500 35	
			厚度>500 40	
	地下连续墙	叠合墙	迎土/水面 70	
			背土/水面 50	

续表 6.4.4

结构类别				保护层厚度
围护结构	地下连续墙	复合墙	迎土/水面	70
			背土/水面	70
	钻孔灌注桩		70	

注：1 保护层厚度是指从混凝土表面到纵向钢筋、箍筋、分布钢筋等钢筋公称直径外边缘之间的最小距离。在保护层内配置防裂、防剥落的钢筋网片时，网片钢筋的保护层厚度不应小于25mm；
 2 用矿山法施工的人行横通道衬砌混凝土的保护层厚度，同矿山法结构。

6.4.5 对于处于一般环境中的结构，按荷载标准永久组合并计及长期作用下结构表面计算裂缝宽度应符合表 6.4.5 的规定，并不得贯通。处于冻融环境或侵蚀环境等不利条件下的结构，其最大计算裂缝宽度允许值应根据情况另行确定。

表 6.4.5 钢筋混凝土构件表面裂缝计算宽度限值

环境作用等级	结构环境条件	裂缝允许值（mm）
I - A	洞内干燥环境、永久的静水浸没环境	0.3
I - B	非干湿交替的室内潮湿环境	0.3
	长期湿润环境	0.3
I - C	干湿交替环境	0.2

注：1 当设计采用的最大裂缝宽度的计算式中保护层的实际厚度超过30mm时，可将保护层厚度的计算值取为30mm；
 2 盾构管片、沉管管节等预制类结构裂缝计算宽度限值为0.2mm。

6.4.6 有耐久性要求的混凝土原材料应符合下列规定：

- 1 应采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，其质量应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定；
- 2 混凝土中总碱含量不应大于 $3.0\text{kg}/\text{m}^3$ ，混凝土中的氯离子含量不应大于0.06%；
- 3 矿物掺和料用量应根据环境类别与作用等级、混凝土水

胶比、钢筋的混凝土保护层厚度以及养护条件等因素综合确定，并应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的规定；

4 粗骨料宜使用碎石，其品质应符合现行国家标准《建设用卵石、碎石》GB/T 14685 的规定；

5 细骨料宜使用中粗砂，其品质应符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 的规定；

6 外加剂的质量和使用要求应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 及《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的规定。

6.4.7 防水材料的耐久性设计应包括下列内容：

1 弹性橡胶密封垫材质物理性能中的老化特性；

2 遇水膨胀密封垫的质量变化率或反复浸水试验后的性能变化率；

3 GINA 橡胶止水带的最小水密性压缩量曲线、最大压缩量曲线、100 年之后拟合的最小水密性压缩量曲线和最大压缩量曲线；

4 OMEGA 橡胶止水带的三向变形适应量。

6.4.8 地下水、土对建筑材料的腐蚀性等级应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定确定。

6.4.9 在腐蚀环境下，结构设计应符合下列规定：

1 结构材料应根据材料对不同介质的适应性合理选择；

2 结构类型、布置和构造的选择，应有利于提高结构自身的抗腐蚀能力，能有效避免腐蚀性介质在构件表面的积聚并能够及时排除，便于防护层的设置和维护；

3 在强腐蚀性环境下，超静定结构构件的内力不应采用塑性内力重分布的分析方法。

6.4.10 结构构件的防腐蚀措施应根据环境作用和条件、施工条件、便于维护以及全寿命成本等因素综合考虑。

6.4.11 防腐蚀措施的设计年限应根据腐蚀性等级、工作环境和维修养护条件综合确定，各种措施的材料品质与具体技术要求应符合现行行业标准《水运工程结构耐久性设计标准》JTS 153 的规定。

7 防排水

7.1 一般规定

7.1.1 城市道路隧道防排水设计应综合考虑环境条件、设计年限、结构设计、施工工艺等因素。

7.1.2 城市道路隧道防排水设计应遵循“以防为主，刚柔相济，因地制宜，综合治理”的原则。

7.1.3 城市道路隧道防排水设计应保证隧道结构、设备和行车的正常运行和安全，并应防止水土流失和环境影响。

7.1.4 城市道路隧道防水等级应根据工程重要程度、使用年限及使用要求等，按现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108选用，不宜低于2级。

7.1.5 隧道结构防水混凝土的设计抗渗等级应符合表7.1.4的规定。

表7.1.4 防水混凝土设计抗渗等级

工程埋置深度 H (m)	设计抗渗等级
$H < 20$	P8
$20 \leq H < 30$	P10
$H \geq 30$	P12

注：本表适用于土层或软弱围岩。

7.1.6 城市道路隧道采用的防水混凝土、防水层相关技术指标及结构细部构造防水要求应符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108和《地下防水工程质量验收规范》GB 50208等的规定。

7.2 防排水设计

7.2.1 明挖法隧道结构防水设计应符合下列规定：

- 1 应根据结构构造形式、防水等级、周边环境、水头压力、腐蚀情况等采用全包防水或局部外包防水；
- 2 防水措施应符合表 7.2.1 的规定；

表 7.2.1 明挖法隧道结构防水措施

工程部位		主体结构			施工缝			后浇带			变形缝						
防水措施		防水混凝土	防水卷材	防水涂料	膨润土防水材料	防水砂浆	遇水膨胀止水条(胶)	外贴式止水条	中埋式止水条	预埋注浆管	补偿收缩混凝土	外涂防水涂料	外贴式止水带	防水密封材料	可卸式止水条	防水密封材料	外涂防水涂料
防水等级	一级	应选	应选一至二种			应选二种			应选	应选二种			应选	应选一至二种			
	二级	应选	应选一种			应选一至二种			应选	应选一至二种			应选	应选一至二种			

3 明挖法隧道结构防水层宜选用能与现浇混凝土直接粘结，且有良好施工性能的防水材料。结构底板宜采用预铺类防水卷材，其材料性能及施工工艺应符合现行国家标准《预铺防水卷材》GB/T 23457 的规定；侧墙与顶板宜根据施工工艺特点设置卷材或涂料防水层；

4 当明挖法隧道顶板上方明确有种植绿化要求时，应根据种植树种根系特点及覆土厚度在防水层上表面设置耐根系穿刺层。

7.2.2 盾构法隧道结构防水设计应符合下列规定：

1 宜采用钢筋混凝土管片、复合管片等装配式衬砌或现浇混凝土衬砌。衬砌管片应采用防水混凝土制作，其抗渗等级不得

小于 P10。当隧道处于侵蚀性介质的地层时，应采用耐侵蚀混凝土或在衬砌外表面涂刷耐侵蚀的防水涂层；

2 防水措施应符合表 7.2.2-1 的规定；

表 7.2.2-1 不同防水等级衬砌的防水措施

防水措施		高精度管片	接缝防水				外防水防腐蚀涂层
			密封垫	嵌缝	注入密封剂	螺栓孔密封圈	
防水等级	一级	应选	应选	防水与耐久性要求高的部位应选	可选	应选	对中等以上腐蚀环境应选；非腐蚀环境宜选
	二级	应选	应选	防水与耐久性要求高的部位应选	可选	应选	对中等以上腐蚀环境宜选

3 管片应至少设置一道密封垫沟槽。接缝密封垫宜选择具有良好弹性或遇水膨胀性、耐久性、耐水性的橡胶类材料，其外形应与沟槽相匹配；

4 管片接缝密封垫的防水性能应通过模拟一字缝、T字缝拼装的水密性试验验证。试验时，在大于等于 2 倍的隧道结构区段最大埋深处的水压作用下、接缝张开量大于等于设计最大允许接缝张开量时不应产生渗漏；

5 管片密封垫的设计应与施工工艺协调，与密封垫闭合压缩力相匹配，确保密封垫完全被压入沟槽内，密封垫沟槽的截面积应为密封垫截面积的 1.0 倍 ~ 1.15 倍；

6 弹性橡胶密封垫、遇水膨胀橡胶密封垫的物理性能指标应分别符合表 7.2.2-2、表 7.2.2-3 的规定；

表 7.2.2-2 弹性橡胶密封垫材料物理性能

项目	性能指标	
	氯丁橡胶	三元乙丙橡胶
硬度（邵尔 A）（度）	45 ± 5 ~ 60 ± 5	55 ± 5 ~ 70 ± 5

续表 7.2.2-2

项目		性能指标	
		氯丁橡胶	三元乙丙橡胶
	拉断伸长率 (%)	≥350	≥330
	拉伸强度 (MPa)	≥10.5	≥10
热空气老化	(70℃ × 96h) 硬度变化值 (邵尔 A) (度)	≤ +8	≤ +6
	拉伸强度降低率 (%)	≤20	≤15
	拉断伸长率降低率 (MPa)	≤30	≤30
	压缩永久变形 [70℃ × (22~24) h, 25%] (%)	≤35	≤25

注：以上指标均为成品切片测试的数据，若只能以胶料制成试样测试，则其拉断长率、拉伸强度的性能数据应达到本规定的120%。

表 7.2.2-3 遇水膨胀橡胶密封垫胶料物理性能

项目		性能指标		
		PZ-150型	PZ-250型	PZ-400型
	硬度 (邵尔 A) (度)	42 ± 7	42 ± 7	42 ± 7
	拉伸强度 (MPa)	≥3.5	≥3.5	≥3.0
	拉断伸长率 (%)	≥450	≥450	≥350
	体积膨胀倍率 (%)	≥150	≥250	≥400
反复浸水试验	拉伸强度 (MPa)	≥3	≥3	≥2
	拉断伸长率 (%)	≥350	≥350	≥250
	体积膨胀倍率 (%)	≥150	≥250	≥300
	低温弯折 (-20℃ × 2h)	无裂纹		

- 注：1 成品切片测试应达到本指标的80%；
 2 接头部位的拉伸强度指标不得低于本指标的50%；
 3 体积膨胀倍率的测试应按现行国家标准《高分子防水材料 第3部分：遇水膨胀橡胶》GB 18173.3附录A规定的方式执行。

7 遇有腐蚀性地层或经检测混凝土的氯离子扩散系数未达到设计要求的管片，其背侧和密封垫外侧的环、纵缝面应涂外防

水涂层。管片外防水涂层应符合下列规定：

- 1) 涂层应具有良好的耐化学腐蚀性、抗微生物侵蚀性和耐水性，并应无毒或低毒，涂层宜为环氧和改性环氧等封闭型涂料，或为水泥基渗透结晶型涂料；
 - 2) 涂层应能在盾构密封用钢丝刷与钢板挤压条件下不损伤、不渗水；
 - 3) 在管片外弧面混凝土裂缝宽度达到 0.2mm 时，涂层应能在最大埋深处水压或 0.8MPa 水压下不渗漏；
 - 4) 涂层应涂刷在衬砌背面和环、纵缝橡胶密封垫外侧的混凝土上。
- 8 嵌缝防水应符合下列规定：
- 1) 在管片内侧环向与纵向边沿应设置嵌缝槽，其深宽比应大于 2.5，槽深宜为 25mm ~ 55mm，单面槽宽宜为 5mm ~ 10mm；
 - 2) 嵌缝材料应具有良好的不透水性、潮湿基面粘结性、耐久性、弹性、抗下坠性和不燃性；
 - 3) 应根据隧道使用功能的防水等级要求，确定嵌缝作业区范围，采取嵌缝堵水、引排水措施。
- 9 螺孔防水应符合下列规定：
- 1) 管片肋腔的螺孔口应设置锥形倒角的螺孔密封圈沟槽；
 - 2) 螺孔密封圈的外形应与沟槽相匹配，并应有利于压密止水或膨胀止水；
 - 3) 螺孔密封圈应为合成橡胶、遇水膨胀橡胶制品，其物理性能指标应符合表 7.2.2-2 和表 7.2.2-3 的规定。

7.2.3 沉管法隧道结构防水设计应符合下列规定：

1 沉管管段防水设计应根据隧道的使用功能、使用要求、构造特点、内外水压、施工条件等进行综合防水设计。隧道结构

应采用抗裂性和耐久性好的防水混凝土，防水混凝土的抗渗等级不得小于P10，并宜设置全外包防水层及相应的保护层；

2 管段接头应采用GINA橡胶止水带和OMEGA橡胶止水带形成双道防水线；

3 管节之间的接缝防水应符合下列规定：

- 1) 应根据防水等级和最大水压，确定混凝土施工缝的结构形式、防水材料及设置方式；
- 2) 施工缝接缝面应涂混凝土界面处理剂或水泥基渗透结晶型防水涂料，水平施工缝接缝面尚需用水泥砂浆接浆；
- 3) 混凝土垂直施工缝宜设置中埋式钢边橡胶止水带和预埋式注浆管、遇水膨胀止水胶中的一种材料组成双道防水措施。混凝土水平施工缝宜采用钢板止水带、遇水膨胀止水胶、预埋式注浆管中的两种材料组成双道防水措施。水平、垂直施工缝的防水材料应形成“十”字形搭接；
- 4) 端钢壳与混凝土施工缝中宜设置止水钢片、遇水膨胀止水材料、预埋式注浆管形成多道防水线。端钢壳所设防水材料应与混凝土水平施工缝的防水材料形成搭接；
- 5) 当管节最终接头采用刚性连接时，接缝处宜设置预埋式注浆管、遇水膨胀止水胶，施工缝面涂布水泥基渗透结晶防水涂料；当管节最终接头采用柔性连接时，宜设置中埋式止水带与OMEGA橡胶止水带；
- 6) 节段间的变形缝宜采用中埋式钢边橡胶止水带、遇水膨胀橡胶条、OMEGA橡胶止水带等形成多道防水线；同时宜根据制作工艺，在变形缝迎水面设置喷涂型聚脲或喷涂型橡胶沥青等全包外防水涂料。

4 对管节接头端钢壳、接头连接件、钢拉索及其紧固件、

GINA 橡胶止水带和 OMEGA 橡胶止水带的金属紧固件等应采取相应的防腐蚀措施。

7.2.4 矿山法隧道结构防排水设计应符合下列规定：

1 应遵循“防、排、截、堵相结合，因地制宜，综合治理，保护环境”的原则，采取切实可靠的设计、施工措施；

2 防水措施应符合表 7.2.4 的规定；

表 7.2.4 矿山法隧道结构防水措施

工程部位		主体结构				施工缝				变形缝					
防水措施		防水混凝土	塑料防水板	膨润土防水卷材	遇水膨胀止水条	外贴式止水带	中埋式止水带	水泥基渗透结晶型防水涂料	预埋注浆管	中埋式止水带	外贴式止水带	可卸式止水带	防水嵌缝材料	预埋注浆管	
防水等级	一级	应选	应选一至二种		应选二种				应选	应选一至二种					
二级	应选	应选一种		应选一至二种				应选	应选一至二种						

3 防水设计应符合下列规定：

- 当隧道采用复合式衬砌时，应在初期支护与二次衬砌之间设置防水层，防水层宜采用防水板与无纺布的组合；地下水较多且不具备或不允许排水的地段，应采用全包防水层；
- 隧道模注混凝土衬砌应满足抗渗要求，混凝土的抗渗等级不宜小于 P8；
- 隧道模注混凝土衬砌施工缝、沉降缝和伸缩缝应采取可靠的防水措施；
- 存在侵蚀性地下水时，应针对侵蚀类型采用抗腐蚀性、抗侵蚀性防排水材料，可适当提高混凝土防水等级；

5) 围岩渗水、涌水较大的地段，可采取向围岩内注浆堵水措施；

6) 隧道附属洞室的防水构成宜与正洞防水一致。

4 排水设计应符合下列规定：

1) 隧道排水设计应根据“清浊分离”的原则，按地下水与运营清洗污水和消防污水分开排放设计排水系统；

2) 路面结构底以下宜设深埋水沟，深埋水沟可设置在隧道中央，也可在隧道两侧设置，深埋水沟的位置和深度应根据隧道长度、路面宽度、仰拱形式等确定；断面宜采用矩形，断面尺寸应根据隧道长度、纵坡、地下水涌水量确定，应满足计算最大涌水量的过水能力；

3) 隧道衬砌墙背底部应沿隧道纵向设排水盲管，排水坡度与隧道纵坡一致，管径不应小于100mm；防水层与初期支护间应设环向排水管，其纵向间距不宜大于10m，水量较大的地段应加密。对于围岩有集中水渗出时应单独加管直接引排，环向排水管应与纵向排水管连通。

5 洞口及明洞防排水设计应符合下列规定：

1) 隧道洞口及明洞边坡、仰坡开挖线3m~5m以外应根据实际情况和需要设置截水沟。截水沟的布置不应影响边、仰坡景观效果；

2) 当隧道洞口出洞方向的路堑为上坡时，可在洞口外路基两侧设置反向排水边沟及路面横截沟，防止洞外水流流入隧道；

3) 明洞衬砌外缘应敷设外贴式防水层或防水涂料，明洞与暗洞连接处应做好防水处理，明洞回填顶面应根据情况设排水沟。

8 路基与路面

8.0.1 隧道路基应稳定、密实、均质，为路面结构提供均匀的支承。

8.0.2 隧道路面应具有足够的强度和平整、耐久、抗滑、耐磨等性能。

8.0.3 隧道路面宜采用沥青混凝土。

8.0.4 沥青混凝土面层应具有与基层粘结牢固、防水渗入、抗滑耐磨、低温抗开裂、高温抗车辙、抗剥离、低噪阻燃等良好性能，且宜采用温拌沥青混凝土。

8.0.5 沥青混合料配合比设计、高低温性能、水稳定性及粘结层等应符合现行行业标准《公路沥青路面设计规范》JTG D50 的规定。

8.0.6 矿山法隧道内路基应置于完整或较完整的坚硬岩石地基上；当隧道衬砌设置仰拱时，仰拱的填充应采用混凝土或片石混凝土，其强度等级不应低于C15。

8.0.7 矿山法隧道内路基应设置完整的排水系统，其排水系统应能有效的收集、引排路面水以及路基渗、涌水。

9 交通与附属设施

9.1 一般规定

9.1.1 城市道路隧道交通与附属设施设计应满足防尘、防潮、防腐蚀和防雷等要求。

9.1.2 城市道路隧道应根据安全运营的需要，配置相应的机电、交通和防灾设施。

9.1.3 城市道路隧道交通设施设计应满足安全、畅通和可识等要求，并应符合现行国家标准《城市道路交通设施设计规范》GB 50688 的规定。

9.2 通 风

9.2.1 城市道路隧道应根据道路等级、隧道长度、设计车速、设计交通量、平纵线形、隧道海拔高程和隧址区域自然条件等因素，进行技术经济综合比较，确定合理的通风方案；

9.2.2 城市道路隧道通风设计应能满足正常/阻滞交通工况、火灾工况以及检修工况对风量的需求，以及环境影响报告书对污染空气排放和噪声要求。

9.2.3 通风设备布置应能满足各工况下运行功能需求。

9.2.4 隧道内部环境设计应符合下列规定：

1 应按表 9.2.4 的规定确定一氧化碳及烟尘设计浓度；

表 9.2.4 一氧化碳和烟尘设计浓度

车速 V (km/h) 或工况	一氧化碳设计浓度 (cm^3/m^3)	烟尘设计浓度 (m^{-1})
$V \geq 60$	70	0.0065
$60 > V \geq 40$	70	0.007

续表 9.2.4

车速 V (km/h) 或工况	一氧化碳设计浓度 (cm^3/m^3)	烟尘设计浓度 (m^{-3})
$40 > V > 20$	100	0.0075
$V \leq 20$	150	0.012
养护维修	20	0.003

2 隧道内 20min 内的平均二氧化氮设计浓度可取 $1.0\text{cm}^3/\text{m}^3$ ；

3 人车混行隧道，隧道内一氧化碳设计浓度不应大于 $70\text{cm}^3/\text{m}^3$ ，隧道内 60min 内二氧化氮设计浓度不应大于 $0.2\text{cm}^3/\text{m}^3$ ；

4 当交通阻滞经历超过 20min 时，应进行交通管制，阻滞长度宜按 2km 计算，并校核全隧道车辆低速行驶工况。

9.2.5 隧道内部换气设计应符合下列规定：

- 1** 隧道换气次数不应小于 3 次/小时；
- 2** 纵向通风的隧道内风速不应低于 2.5m/s 。

9.2.6 城市道路隧道通风设计应有效利用交通通风力，当不能满足通风要求时应采用机械通风；应考虑进/出洞口、主线/匝道隧道气流的相互影响，应设置有效防止污染回流措施；应能满足环境影响报告书的要求。

9.2.7 城市道路隧道设计需风量应符合现行行业标准《公路隧道通风设计细则》JTG/T D70/2-02 的规定，应能满足稀释一氧化碳、烟雾、二氧化氮、隧道最小换气量、火灾临界风速各工况要求。

9.2.8 运营管理中心内设备用房及管理用房空调系统应分别设置；变电所等电气用房应设置机械通风系统，通风量按排除多余热量计算，对于地下变电所宜采用冷风降温空调系统，并辅以机械通风系统。

9.2.9 通风控制设计应符合下列规定：

1 隧道内应设置空气环境检测系统，能对隧道内一氧化碳浓度、能见度、温度和风速、风向等进行实时监测，控制系统应根据监测情况调整通风设施运行模式；

2 隧道通风设备应设置就地和远程两级控制。

9.3 给水与排水

9.3.1 城市道路隧道给水设计应符合下列规定：

- 1** 水源宜为城市给水管网供水，不设备用水源；
- 2** 应采用生产、生活和消防用水分开的给水系统；
- 3** 应满足各项用水对水量、水质、水压的要求；
- 4** 结冻地区的给水、消防管道应有防冻措施。

9.3.2 城市道路隧道排水设计应符合下列规定：

1 隧道排水系统的选择应符合下列规定：

- 1)** 排水系统的选择应根据污、废水的性质，并结合室外排水体制确定；
- 2)** 隧道冲洗废水、结构渗入水和消防废水应集中合并排放，雨水与污水应分类排放。
- 3)** 排水系统宜采用强排措施，并宜在管道出口采取防倒灌措施；
- 4)** 隧道敞开段的暴雨重现期不应小于 20 年，集流时间宜为 2min ~ 10min。

2 排水泵房设置应符合下列规定：

- 1)** 隧道敞开段雨水泵房宜靠近洞口设置，泵房设计规模应按设计雨水量的 1.2 倍确定；
- 2)** 隧道最低点废水泵房集水池应满足水泵的安装、检修和运行要求，其有效容积不应小于设计选用最大一台泵 5min 的出水量，水泵扬程宜按直接排入市政管网的压力计，确有困难时，可采用逐级提升、接力排出的方式，纳入市政排水管网；

3 隧道敞开段明暗交界处应设置横截沟，宜采用一体化结构排水沟。

9.4 供电与照明

9.4.1 城市道路隧道的供配电设计应符合国家节能、环保要求及国家现行标准的规定；变配电所宜靠近用电负荷中心设置；供配电系统应简捷、可靠，便于使用和维护。

9.4.2 城市道路隧道设置的专用变配电所应符合现行国家标准《20kV 及以下变电所设计规范》GB 50053 的规定，并应按无人值班设计；当采用预装式变电站形式时，应符合现行国家标准《高压/低压预装式变电站》GB/T 17467 的规定，并应征得当地供电部门的同意。

9.4.3 城市道路隧道的电力负荷应分为下列三级：

1 应急照明、道路基本照明、主动发光或照明式标志、交通监控设施、环境检测及设备监控设施、通信设施、有线广播设施、视频监控设施、火灾自动报警及消防联动设施、中央控制设施、消防水泵、排烟风机、雨（废）水泵、变电所自用电设施应为一级负荷，其中应急照明、主动发光或照明式标志、交通监控设施、环境检测及设备监控设施、通信设施、有线广播设施、视频监控设施、火灾自动报警及消防联动设施、中央控制设施应为特别重要负荷；

2 重要设备机房内的照明、隧道通风风机、电梯等负荷应为二级负荷；

3 其他不属于一级和二级的负荷应为三级负荷。

9.4.4 城市道路隧道配电设计除应符合国家现行标准的规定外，尚应符合下列规定：

1 隧道配电系统应按负荷分级的原则进行配电，动力、照明、消防及防灾用电负荷应自变电所低压柜出线起分开供电，自成配电系统；

2 当隧道内基本照明、隧道监控等采取自动切断非消防电源方式会造成较大损失或社会影响的，可采用手动切断非消防电源方式；

3 隧道内宜设置用于维护、检修的移动电器电源设施，容量不应小于15kW，间距不应大于100m，同一配电回路可按仅有四处使用考虑；

4 采用集中报警系统或控制中心报警系统的隧道应设置消防电源监控系统；

5 隧道内低压线缆应采用无卤、低烟型阻燃电缆，电缆、电线的选型及敷设应符合现行国家及行业标准的相关规定。

9.4.5 城市道路隧道照明应由入口段照明、过渡段照明、中间段照明、出口段照明、洞外引道段照明、洞口接近段减光设施以及应急照明组成。

9.4.6 城市道路隧道照明控制应遵循按最大需求设计、按实际需求运行的控制策略，应根据日常交通量变化、洞外亮度变化、人工干预等多种工况制定调光及运营管理方案，宜采取均匀的调光控制。

9.5 综合监控

9.5.1 中、长、特长城市道路隧道应设置隧道综合监控系统，短隧道可按管理需要设置隧道综合监控系统。

9.5.2 隧道综合监控系统的设计应由交通监控系统、环境检测及设备监控系统、视频监控系统、紧急电话系统、紧急广播系统、无线通信系统、火灾自动报警及消防联动系统和中央控制管理平台等组成，并应满足城市道路隧道的监控、防灾和管理要求。

9.5.3 外场安装的弱电设备的防护等级不应低于IP65，附属用房内设备的防护等级不应低于IP40。

9.5.4 设置综合监控系统的城市道路隧道应设置监控中心，隧

道监控中心应结合运营管理中心设置。

9.6 交通设施

9.6.1 当城市道路隧道交通标志设置在小半径平曲线或竖曲线等路段时，应满足标志的识别要求，不得被侧墙、顶板或附属设施等遮挡。

9.6.2 城市道路隧道的交通标志宜采用主动发光式或照明式标志。标志宜体薄量轻、便于悬挂，亮度应衰减慢、便于长期工作；标志可采用单面发光或双面发光、主动发光和被动发光方式相结合。

9.6.3 当城市道路隧道内部空间受限时，交通标志尺寸和位置可根据隧道内空间状况适当缩减和调整，但应符合国家现行标准的规定，并不得侵入隧道建筑限界。

9.6.4 城市道路隧道应设置反光交通标线，交通标线表面抗滑性能不应低于所在路段路面。

9.6.5 城市道路隧道入口前应设置交通标志，并应符合下列规定：

- 1 在城市道路隧道入口前至少 50m 处，宜设置隧道指示标志；
- 2 宜设置开车灯行驶标志，可与隧道指示标志合并设置；
- 3 根据交通管理需求，在入口处前应设置限速、限重、限高、限制车型、禁止停车等禁令标志；
- 4 针对限高有特殊要求的城市道路隧道，入口前应连续设置 3 次限高警告，条件受限时，不应少于 2 次。各次警告之间应保持一段距离，并应能保证超高车辆及时分流，最后一次应为硬杆型的防撞门架，门架前应设置分流超高车辆的容错车道。

9.6.6 城市道路隧道应在下列位置设置主动发光或照明式指示标志：

- 1 设置应急停车港湾时，应在应急停车港湾前 5m 设置应

急停车港湾指示标志，宜采用双面显示；

- 2 室内消火栓箱箱门应设置消防设备指示标志；
- 3 紧急电话上方应设置紧急电话指示标志；
- 4 人行横洞顶部应设置人行横洞指示标志；
- 5 行车方向左侧车行横洞处应设置车行横洞指示标志。

9.6.7 城市道路隧道线形变化较大路段处，应设置引导行驶方向的线形诱导标志，每处设置数量不应小于3块，诱导标志宜采用主动发光式标志。

9.6.8 城市道路隧道洞口内及洞外50m~100m范围内宜设置实线车道分界线。

9.6.9 城市道路隧道连续弯道、视距不良等危险路段宜设置实线车道分界线。

9.6.10 城市道路隧道车行道两侧应连续设置轮廓标，轮廓标设置应符合现行国家标准《城市道路交通设施设计规范》GB 50688的规定。

9.6.11 城市道路隧道洞门、洞内应急停车港湾的迎车面端部应设置立面标记及防撞设施。

9.6.12 标线涂料宜采用热熔型反光涂料。

9.6.13 城市中、长、特长隧道应按照I级标准设置交通监控系统。交通监控系统设施应包括交通参数检测器、交通信号灯、车道指示器、可变信息标志、可变限速标志及交通区域控制单元等场外设备。

10 防灾

10.1 一般规定

10.1.1 城市道路隧道应设置预防交通事故、火灾、水淹、地震等灾害事故的设施。

10.1.2 城市道路隧道应按浙江省及各地区兼顾人防工程设防要求进行兼顾人防设计。

10.1.3 特长隧道应进行防灾专项设计。

10.1.4 特长隧道和长隧道应设置隧道运营管理中心，中隧道和短隧道可按需要设置设备监控用房和应急事件处理管理所。运营管理中心、监控用房和管理所选址应符合用地规划要求。

10.1.5 城市道路隧道防灾设计应针对灾害类型，综合考虑隧道功能、类别和环境条件等因素。

10.1.6 城市道路隧道进行防火灾设计时，可按主线隧道封闭段长度和交通情况分成四类，并应符合表 10.1.6 的规定。

表 10.1.6 城市道路隧道防火灾分类

交通情况	分类			
	一类	二类	三类	四类
可通行危险化学品等机动车	$L > 1500$	$1500 \geq L > 500$	$L \leq 500$	-
仅限通行非危险化学品等机动车	$L > 3000$	$3000 \geq L > 1500$	$1500 \geq L > 500$	$L \leq 500$

注： L 为全线隧道封闭段长度。

10.1.7 城市道路隧道防火设计按同一条隧道同一时间内发生一次火灾考虑。

10.1.8 城市道路隧道防火设计宜根据隧道交通功能、预测交通量、交通组成状况，确定最大火灾热释放功率，并应据此标准进

行火灾通风排烟、人员疏散设计，最大火灾热释放功率可按表 10.1.8 的规定取值。

表 10.1.8 最大火灾热释放功率

车辆类型	小轿车	货车	集装箱车、长途汽车、公共汽车	重型车
火灾热释放功率 (MW)	3~5	10~15	20~30	30~100

10.1.9 城市道路隧道承重结构体的耐火极限应符合下列规定：

1 一、二类隧道火灾升温曲线应采用 RABT 标准升温曲线，耐火极限分别不应低于 2.0h 和 1.5h；

2 三类隧道火灾升温曲线应采用 HC 标准升温曲线，耐火极限不应低于 2.0h。

10.1.10 隧道内的地下设备用房、风井、出入口的耐火等级应为一级；地面设备用房、管理中心及其他附属用房的耐火等级不应低于二级。

10.2 建筑防火

10.2.1 一、二、三类单孔隧道宜设置直通室外的人员疏散出口或独立避难所，设置间距不宜大于 300m。

10.2.2 一、二、三类双孔隧道应设置人行横通道或人行疏散通道，并应符合下列规定：

1 人行横通道的间隔和隧道通向人行疏散通道人口的间隔宜为 250m~300m；

2 人行横通道应沿垂直双孔隧道长度方向布置，并应通向相邻隧道；人行疏散通道应沿隧道长度方向布置，并应直通隧道外；

3 人行横通道利用车行横通道时，应设置单独的防火门；

4 人行横通道或人行疏散通道的净宽度不应小于 1.2m，净高度不应小于 2.1m。

5 人行横通道或人行疏散通道的疏散门应向疏散方向开启。

10.2.3 双孔隧道车行横通道或车行疏散通道应符合下列规定：

1 车行横通道的间隔和隧道通向车行横通道入口的间隔宜为 500m ~ 1500m，当受施工工艺及环境条件限制，设置困难时，应经技术经济论证；

2 车行横通道应沿垂直双孔隧道长度方向布置，并应通向相邻隧道。车行疏散通道应沿隧道长度方向布置，并应直通隧道外；

3 车行横通道和车行疏散通道的净宽度不应小于 4.0m，净高度不应小于 4.5m。

10.2.4 隧道内地下设备用房，每个防火分区的建筑面积不应大于 1500m²，每个防火分区的安全出口数量不应少于 2 个，且必须至少设置 1 个直通室外的安全出口，与车道或其他防火分区相通的出口可作为第二安全出口；建筑面积不大于 500m² 且无人值守的设备用房可设置一个安全出口，安全出口与隧道洞口、邻近人行横通道或人员疏散通道人口距离不应大于 15m。

10.3 消防给水及灭火设施

10.3.1 隧道内消防给水及灭火设施应符合下列规定：

1 隧道消防给水系统应与隧道生产、生活给水系统分开设置；

2 隧道消防设施应根据防火类别综合选用灭火器、消火栓、泡沫消火栓、水喷雾系统、泡沫 - 水喷雾联用灭火系统等。

10.3.2 灭火器设计应符合下列规定：

1 特长、长隧道内应在隧道两侧设置 A、B、C 类灭火器，每个设置点不应少于 4 具，灭火设置间距不应大于 100m，两侧交错布置；

2 中、短隧道内应在隧道一侧设置 A、B、C 类灭火器，每个设置点不应少于 2 具，灭火器设置点的间距不宜大于 50m；

3 灭火器应成组设置在灭火器箱内，箱门上应注明“灭火器”字样。

10.3.3 隧道消防给水系统设计与用水量应符合下列规定：

1 隧道消防系统宜设消防水池，当无法设置消防水池时，在市政给水管网水量满足消防水量条件下，经权属单位同意，消防水泵可从市政管网直接抽水；

2 隧道内消防用水量按隧道的火灾延续时间和隧道全线同一时间发生一处火灾考虑；

3 特长、长隧道室内消火栓系统用水量不应小于20L/s，室外消火栓用水量不应小于30L/s；中隧道室内消火栓系统用水量不应小于10L/s，室外消火栓用水量不应小于20L/s。

10.3.4 当市政给水管网压力不能满足消防用水压力要求时，应设置消防泵房。各类消防水泵应设置备用水泵，且不宜超过3台

10.3.5 消火栓系统布置应符合下列规定：

1 隧道内消火栓给水管网应布置成环状，并采用阀门分隔成相应的独立管段，阀门的布置应保证检修管道时关闭停用消火栓的数量不大于5处；

2 环状管网的输水干管及向环状管网输水的输水管均不应少于2条，当其中一条发生故障时，其余的干管应仍能通过消防用水总量；

3 隧道内消火栓间距不应超过50m，当为单洞双向通行或单洞单向通行但大于3车道时，应在隧道两侧间隔设置；

4 消火栓箱内应配备水带、水枪和消防软管卷盘，消防报警按钮宜设置在消火栓箱内；

5 消火栓栓口离地面或操作基面高度为1.1m，其出水方向宜与设置消火栓的墙面成90°角，栓口消防箱内边缘的距离不应影响消防水带的连接；

6 在消火栓系统总管的最高点处应设置放气阀，最低点处宜设置放水阀；

7 管道内的消防供水压力应保证用水量达到最大时，最低压力不应小于 0.30MPa，当消火栓栓口处的出水压力超过 0.50MPa 时，应设置减压设施；

8 在隧道洞口设置地上式室外消火栓，其数量应满足室外消火栓用水量要求；

9 设有通风竖井的隧道，在联络风道口处宜设置能对火灾时产生的热空气进行降温的设施；

10 隧道内允许通行装载危险化学品的机动车，且当隧道长度超过 3000m 时，应配置水雾或泡沫消防水枪。

10.3.6 泡沫—水喷雾联用灭火系统设计应符合下列规定：

1 泡沫混合液供给强度不应小于 $6.5\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ ，最不利点处喷头的工作压力不应小于 0.35MPa，泡沫混合液持续喷射时间不应小于 10min，泡沫水喷雾持续时间不应小于 60min；

2 泡沫—水喷雾联用灭火系统应设有泡沫—水雾两用喷头、雨淋阀组、比例混合器、电磁阀、过滤器、供水管道、供水设施、泡沫液管道和供泡沫液设施等；

3 当泡沫—水喷雾联用灭火系统用于灭火时，响应时间不应大于 60s。

10.3.7 泡沫消火栓系统设计应符合下列规定：

1 隧道泡沫消火栓的间距不应超过 50m，最不利点的供水压力不应小于 0.35MPa；

2 泡沫消火栓箱内宜选用环保型 3% 型水成膜泡沫液，泡沫罐宜选用不锈钢材质罐体，容积宜为 30L，泡沫混合液流量不应小于 $30\text{L}/\text{min}$ ，连续供给时间不应小于 20min；

3 泡沫消火栓箱内应设有软管卷盘、泡沫枪、比例混合器、泡沫液罐、导向架及管路组件等；

4 泡沫消火栓宜与消火栓一同安装于消防洞室内；

5 泡沫消火栓阀门应有明显启闭标志，泡沫罐上醒目位置应注明泡沫液有效使用期限；

6 泡沫消火栓箱门上应注明“泡沫消火栓”字样。

10.3.8 其他消防设施应符合下列规定：

1 隧道内消防废水应分段设置横截沟收集，由隧道工作井、最低处废水泵房将消防废水及时排出；

2 隧道内废水排水泵应设置备用水泵。

10.3.9 消防水管材与管路附件应符合下列规定：

1 消防配水管道宜采用热镀锌钢管，或涂覆符合现行国家标准规定的其他防腐钢管、铜管和不锈钢管，宜采用沟槽式连接或丝扣、法兰连接，并应设置固定设施；

2 消防水管道在穿越结构变形缝时，应设置补偿管道伸缩和剪切变形的装置；

3 消防水管道穿越路面时，应有保护措施；

4 应采取保温措施，沿海地区隧道消防给水管应具有防盐雾腐蚀措施；

5 在隧道管理中心内应设置消防器材储藏间，并应配置备用灭火器材。

10.4 防烟及排烟设施

10.4.1 当隧道长度小于 500m 仅限通行装载非危险化学品的机动车时，可采用自然排烟方式。

10.4.2 双向通行、人车混行或长距离且易发生交通阻滞的隧道宜采用重点排烟。

10.4.3 单向交通隧道长度不大于 3000m 的隧道宜采用纵向排烟方式，长度大于 3000m 时宜采用纵向分段排烟方式或重点排烟方式。

10.4.4 当隧道采用纵向排烟时，纵向气流速度应高于临界风速，但不应小于 2m/s，临界风速应按下列公式计算确定：

$$V_c = 0.606 \cdot K_g \cdot \left(\frac{g \cdot H \cdot Q}{\rho \cdot C_p \cdot A \cdot T_f} \right) \quad (10.4.4-1)$$

$$T_f = \left(\frac{Q}{\rho \cdot C_p \cdot A \cdot V_c} \right) + T \quad (10.4.4-2)$$

$$K_g = 1 + 0.0374i^{0.8} \quad (10.4.4-3)$$

式中： V_c ——临界风速（m/s）；

Q ——火灾规模（kW）；

H ——隧道最大净空高度（m）；

A ——隧道横断面积（ m^2 ）；

K_g ——坡度修正系数；

i ——隧道坡度（%）；

C_p ——空气比热 [$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$]；

g ——重力加速度（ m/s^2 ）；

T ——火场远区空气温度（K）；

T_f ——烟气平均温度（K）；

ρ ——火场远区空气密度（ kg/m^3 ）。

10.4.5 当隧道采用重点排烟时，应符合下列规定：

1 排烟量应按设计火灾规模计算确定，并应考虑土建排烟风道和排烟口的漏风量等因素；

2 排烟口应设置在隧道顶部或侧壁上部，并应采用常闭型，排烟口纵向间距不宜大于60m；

3 火灾时应联动开启着火区域的排烟口，连续打开的排烟口数量不宜少于3组。

10.4.6 隧道内应结合匝道、风井等布局进行必要的排烟分区，并应分别对各区域进行烟气控制设计。

10.4.7 火灾时运行的射流风机、排烟风机及烟气流经的风阀、消声器、软接等辅助设备，应按隧道火灾烟气预测温度进行配置，连续有效运行时间应高于隧道疏散和救援时间，且应满足280℃时连续有效工作时间不小于1h的要求。

10.4.8 用于火灾排烟的射流风机应至少备用一组。

10.4.9 火灾时运转的风机从静止到达全速运转的时间不应大于60s，可逆式风机应能在90s内完成反向运转。

10.5 火灾自动报警

10.5.1 一、二类隧道应设置火灾自动报警系统，供机动车通行的三类隧道宜设置火灾自动报警系统。

10.5.2 火灾自动报警系统的形式应根据城市道路隧道的规模、联动需求和管理模式确定。当采用集中报警或控制中心报警系统时，设置在监控中心、隧道现场的火灾报警控制器应组成光纤环网。

10.5.3 隧道内行车区域、隧道用电缆通道、主要设备用房和运营管理中心应设置火灾探测报警装置。

10.5.4 消防应急广播可与隧道内设置的紧急广播合用，当在环境噪声大于60dB的场所设置扬声器时，其播放范围内最远点的播放声压级应高于背景噪声15dB。

10.5.5 消防专用电话可与隧道内设置的紧急电话合用，且应为独立的网络。消防控制室应设置可直接报警的外线电话。

10.5.6 隧道内设置的消防设备的防护等级不应低于IP65。

10.6 防灾通信

10.6.1 设置综合监控系统的城市道路隧道应设置防灾通信系统。

10.6.2 监控中心应设防灾紧急电话总机，各相关区域应设紧急电话分机，并应设防灾广播控制台，能实现紧急情况下的人员疏散和救援广播，并应参与隧道火灾自动报警系统的联动广播。

10.6.3 隧道内应设置公安、消防无线引入系统，并应满足公安、消防统一调度要求，监控中心应设防灾无线通信调度台。

10.7 消防用电与应急照明

10.7.1 城市道路隧道应急照明的设置应符合下列规定：

- 1** 长度大于 200m 的城市道路隧道应设置应急照明；
- 2** 长度小于等于 200m 的城市道路隧道宜设置应急照明。

10.7.2 城市道路隧道设置的应急照明应包括备用照明和消防应急照明，并应能在正常照明失效时可靠启用。当合并设置时，应同时满足备用照明和消防应急照明的相关要求。

10.7.3 消防应急照明设计应按现行国家标准《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》GB 51309 的相关规定执行，并应符合下列规定：

- 1** 系统电源及其供电、配电线路等要求应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 第 10.1 节的规定；
- 2** 城市地下道路两侧、人行横通道和人行疏散通道上均应设置疏散指示标志，其设置高度不宜大于 1.3m；
- 3** 消防应急照明兼做备用照明时，尚应符合本节第 10.7.4 条的规定。

10.7.4 城市地下道路设置的备用照明应符合下列规定：

- 1** 备用照明显亮度标准值不应小于中间段基本照明显亮度的 10% 和 0.2cd/m²；
- 2** 备用照明应保证照明中断时间不超过 0.3s；
- 3** 长及特长距离地下道路持续供电时间不宜小于 3.0h，中等距离地下道路持续供电时间不应小于 1.5h，短距离地下道路持续供电时间不应小于 0.5h。

10.7.5 应急照明及疏散指示标志的设计还应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 及现行行业标准《城市地下道路工程设计规范》CJJ 221 的规定。

11 景观与装修

11.1 景 观

11.1.1 城市道路隧道景观设计宜保证交通功能的安全性和引导性。

11.1.2 隧道景观设计应综合考虑周边自然环境、人文历史及其他建（构）筑物等因素，与区域环境协调统一。

11.1.3 隧道洞口的光过渡建筑在满足功能要求前提下，宜做到造型简洁、大方，并易于清洁维护。

11.1.4 风塔等隧道附属结构宜结合周边环境设置。

11.2 装 修

11.2.1 隧道装修设计宜体现交通性建筑简洁、明快、流畅的特点，且不应影响隧道内机电设备及交通设施的正常使用及维护。

11.2.2 隧道内装修材料应采用不燃材料，满足防火、耐腐蚀及环保要求。

11.2.3 隧道顶部宜采用深色防火板或防火涂料，防火板和防火涂料应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 和《混凝土结构防火涂料》GB 28375 的规定。

11.2.4 隧道侧墙宜采用防冲击、易维护、耐洗刷、易清洗等浅色材料，燃烧性能等级应为 A 级，漫反射系数不宜低于 70%。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
《建筑抗震设计规范》 GB 50011
《建筑设计防火规范》 GB 50016
《岩土工程勘察规范》 GB 50021
《供配电系统设计规范》 GB 50052
《20kV 及以下变电所设计规范》 GB 50053
《地下工程防水技术规范》 GB 50108
《混凝土外加剂应用技术规范》 GB 50119
《地下防水工程质量验收规范》 GB 50208
《建筑内部装修设计防火规范》 GB 50222
《城市道路交通设施设计规范》 GB 50688
《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》 GB 51309
《通用硅酸盐水泥》 GB 175
《混凝土外加剂》 GB 8076
《消防安全标志 第1部分：标志》 GB 13495.1
《消防应急照明和疏散指示系统》 GB 17945
《高分子防水材料 第3部分：遇水膨胀橡胶》 GB 18173.3
《混凝土结构防火涂料》 GB 28375
《建设用砂》 GB/T 14684
《建设用卵石、碎石》 GB/T 14685
《高压/低压预装式变电站》 GB/T 17467
《预铺防水卷材》 GB/T 23457
《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》 GB/T 50082

- 《混凝土结构耐久性设计标准》 GB/T 50476
《城市桥梁设计规范》 CJJ 11
《城市道路工程设计规范》 CJJ 37
《城市道路交叉口设计规程》 CJJ 152
《城市道路路线设计规范》 CJJ 193
《城市地下道路工程设计规范》 CJJ 221
《混凝土耐久性检验评定标准》 JGJ/T 193
《公路沥青路面设计规范》 JTG D50
《公路桥涵设计通用规范》 JTG D60
《公路隧道通风设计细则》 JTG/T D70/2 -02
《公路隧道设计规范 第一册 土建工程》 JTG 3370. 1
《水运工程结构耐久性设计标准》 JTS 153
《铁路隧道设计规范》 TB 10003